

10/552687

JC05 Rec'd PCT/PTO 11 OCT 2005

**Verfahren zum Betrieb eines hydraulischen Bremssystems mit integrierter Feststellbremsfunktion für Kraftfahrzeuge**

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betrieb eines hydraulischen Bremssystems mit integrierter Feststellbremsfunktion für Kraftfahrzeuge mit zwei Fahrzeugachsen, das im wesentlichen aus einem pedalbetätigten Druckgeber, mindestens einer hydraulischen Pumpe, einem mit einer elektronischen Steuer- und Regeleinheit verbundenen Bedienelement, sowie mit Ein- und Auslassventilen versehenen Radbremsen besteht, wobei die der zweiten Fahrzeugachse zugeordneten Radbremsen Mittel zur Durchführung eines Feststellbremsvorganges aufweisen.

Aus der US 4 215 767 ist eine derartige hydraulische Fahrzeugbremse mit Feststellbremsvorrichtung bekannt. Zur Durchführung eines Feststellbremsvorgangs ist bei dem vorbekannten System vorgesehen, dass der Druckaufbau im Betriebsdruckraum durch eine hydraulische Pumpe realisiert wird, wodurch ein Bremskolben verschoben wird und mit Hilfe einer mit Reibflächen versehenen Gewindemutter-Spindel-Kombination verriegelbar ist. Die durch die hydraulische Pumpe verursachte, störende Geräuschbildung beim Druckaufbau ist jedoch als weniger vorteilhaft anzusehen.

Es ist daher Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren darzustellen, das die Geräuschbildung durch die hydraulische Pumpe beim Druckaufbau zur Durchführung eines Feststellbremsvorganges verringert.

Diese Aufgabe wird verfahrensmäßig dadurch gelöst, dass die hydraulische Pumpe derart angesteuert wird, dass der zur Einleitung und/oder zur Beendigung eines Feststellbremsvorganges notwendige Druck mit einem minimal möglichen Druckaufbaugradienten aufgebaut wird. Durch diese Maßnahme wird ein geräuscharmer Druckaufbau realisiert.

Eine besonders vorteilhafte Weiterbildung sieht vor, dass der Ansteuerungsmodus der hydraulischen Pumpe durch den Fahrzeugführer bestimmt wird.

Dabei wird bei einer kurzen Betätigung des Bedienelementes durch den Fahrzeugführer, die hydraulische Pumpe derart angesteuert, dass der zur Durchführung eines Feststellbremsvorganges benötigte Druck langsamer in den der zweiten Achse zugeordneten Radbremsen aufgebaut wird, als bei einer Betätigung des Bedienelements über einen längeren Zeitraum.

Bei einer besonders vorteilhaften Ausführung ist vorgesehen, dass der während einer Betriebsbremsphase in den Radbremsen eingesteuerte Druck für die Einleitung einer Feststellbremsvorganges verwendet wird.

Eine weitere vorteilhafte Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens sieht vor, dass beim Übergang von einem Betriebsbremsvorgang zu einem Feststellbremsvorgang wenigstens die folgenden Schritte durchgeführt werden:

- I. Betätigung des Bedienelementes durch den Fahrzeugführer;
- II. Schließen der Einlassventile der der ersten Achse zugeordneten Radbremsen;

III. Druckaufbau durch die hydraulische Pumpe in den der zweiten Achse zugeordneten Radbremsen;

IV. Schließen der Einlassventile und Öffnen der Auslassventile der der zweiten Achse zugeordneten Radbremsen und Aktivierung der Mittel zur Durchführung eines Feststellbremsvorganges.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand eines Ausführungsbeispiels im Zusammenhang mit der beiliegenden Zeichnung näher erläutert. In der Zeichnung zeigen:

Fig.1 ein schematisch dargestelltes Schaltbild eines hydraulischen Bremssystems, an dem das erfindungsgemäße Verfahren durchführbar ist und

Fig.2 eine axiale Schnittdarstellung einer hydraulischen Radbremse für Kraftfahrzeuge, die im in Fig. 1 dargestellten Bremssystem an einer Fahrzeugachse eingesetzt wird.

Das in Fig. 1 schematisch dargestellte Schaltbild eines Bremssystems für Kraftfahrzeuge weist an einer ersten Achse, der Vorderachse, Radbremsen 3 auf, die im Gegensatz zu weiteren Radbremsen 2 an einer zweiten Achse, der Hinterachse, keine Verriegelungsvorrichtung zur Durchführung eines Feststellbremsvorganges aufweisen. Die Radbremsen 2 mit Verriegelungsvorrichtung werden unten anhand von Fig. 2 noch näher beschrieben. Die Radbremsen 2, 3 werden über Einlassventile 13, 17 von einem pedalbetätigten Druckgeber 31, der in Fig. 1 als Vakuum-Bremskraftverstärker mit nachgeschaltetem Hauptbremszylinder dargestellt ist, mit Druck beaufschlagt. Der Druckabbau in den Radbremsen 2, 3 erfolgt über Auslass-

ventile 14, 18, wodurch die Bremsflüssigkeit in Niederdruckspeicher 32, 33 gefördert wird. Außerdem weist das Bremssystem eine elektronische Steuer- und Regeleinheit 9, sowie für die Radbremsen 2, 3 an beiden Fahrzeugachse eine hydraulische Pumpe 4, 40 auf, die gemeinsam für die Durchführung von Anti-Blockier-Regelungen (ABS) und für Regelungen im elektronischen Stabilitätsprogramm (ESP) notwendig sind.

Die in Fig. 2 dargestellte hydraulische Radbremse 2 für Kraftfahrzeuge weist ein Bremsgehäuse 1 auf, welches den äußeren Rand einer Bremsscheibe 26 und zwei Bremsbeläge 24, 25 umgreift. Außerdem weist das Bremsgehäuse 1 einen Bremszylinder 5 auf, der einen Bremskolben 6 axial verschiebbar aufnimmt. In den zwischen Bremszylinder 5 und Bremskolben 6 gebildeten Betriebsdruckraum 7 kann mittels eines hydraulischen Anschlusses 8 Bremsflüssigkeit zugeführt werden, so dass sich ein Bremsdruck aufbaut, der den Bremskolben 6 axial zur Bremsscheibe 26 hin verschiebt. Dadurch wird der dem Bremskolben 6 zugewandte Bremsbelag 24 gegen die Bremsscheibe 26 gedrückt, wobei als Reaktion das Bremsgehäuse 1 sich in der entgegengesetzten Richtung verschiebt und dadurch auch den anderen Bremsbelag 25 gegen die Bremsscheibe 26 drückt.

Die in der Zeichnung dargestellte Radbremse 2 weist einen Arbeitsspeicher 10 an der dem Bremskolben 6 abgewandten Seite des Bremsgehäuses 1 auf. Der Arbeitsspeicher 10 besteht im wesentlichen aus einem den Betriebsdruckraum 7 begrenzenden Speicherkolben 94 und einem Federelement 90 und stellt sicher, dass die auf die Bremsbeläge 24, 25 einwirkende Zuspannkraft während eines Feststellbremsvorganges von thermisch bedingten Längenänderungen im Bereich des Bremsgehäuses 1 nahezu unabhängig ist. Zur Realisierung einer Feststellbremsfunktion sind Mittel zur Verriegelung des Brems-

kolbens 6 erforderlich, die aus einer als Gewindemutter-Spindel-Anordnung ausgebildete Verriegelungsvorrichtung und einer ersten Reibfläche 98 am Speicherkolben 94 gebildet sind. Die Gewindemutter-Spindel-Anordnung, deren Gewindemutter 15 einstückig mit dem Bremskolben 6 ausgebildet ist, weist eine mittels eines nicht selbsthemmenden Gewindes mit der Gewindemutter 15 gekoppelte Spindel 16 auf. Die Spindel 16 weist eine zweite Reibfläche 97 auf, die beim Verriegeln des Bremskolbens 6 mit der eben erwähnten ersten Reibfläche 98 am Speicherkolben 94 zusammenwirkt.

Außerdem ist eine Arretierungseinheit vorgesehen, die außerhalb des Arbeitsspeichers 10 angeordnet ist und durch zwei als Elektromagnete 91 ausgebildete elektromagnetische Stellglieder gebildet wird, deren Anker 92 mit einem als Schieber ausgebildeten Arretierungselement 93 fest verbunden sind. Während Betriebsbremsungen wird der Speicherkolben 94 durch den Schieber 93 blockiert, indem eine translatorische Bewegung eines kraftübertragenden Teils 96, das mit dem Speicherkolben 94 fest verbunden ist, in Richtung des Bremskolbens 6 verhindert wird. Zu diesem Zweck ist das kraftübertragende Teil 96 derart ausgebildet, dass es zwei Vorsprünge aufweist, die von in dem Schieber 93 ausgebildeten Aussparungen aufgenommen werden. Das kraftübertragende Teil 96 wird an einer Bewegung in Richtung auf den Bremskolben 6 zu gehindert, indem sich die Vorsprünge am Schieber 93 abstützen. Wird der Schieber 93 durch die Elektromagneten 91 derart bewegt, dass die Vorsprünge des kraftübertragenden Teils 96 mit den Aussparungen am Schieber 93 fluchten, so kann sich das kraftübertragende Teil 96 bzw. der Speicherkolben 94 in Richtung auf den Bremskolben 6 zu bewegen.

Zur Durchführung eines Feststellbremsvorganges wird durch die im Zusammenhang mit Fig. 1 erwähnten hydraulischen Pumpe

4 im Betriebsdruckraum 7 ein hydraulischer Druck aufgebaut, der sowohl ein Verschieben des Bremskolbens 6 in der Zeichnung nach links als auch ein Verschieben des Speicherkolbens 94 entgegen der Kraftwirkung des Federelements 90 in der Zeichnung nach rechts bewirkt. Nach dieser Verschiebung des Speicherkolbens 94 ist der Schieber 93 betätigbar und kann das kraftübertragende Teil 96 frei geben. Sobald nach der Betätigung des Schiebers 93 der hydraulische Druck abgebaut wird, erfolgt durch das hydraulisch vorgespannte Federelement 90 eine translatorische Bewegung des Speicherkolbens 94 in Richtung auf den Bremskolben 6 zu, bis die Reibflächen 97, 98 in Eingriff stehen, womit der Bremskolben 6 in einen verriegelten Zustand versetzt wird. Dabei hebt die Spindel 16 vom Zentrallager 21 ab und das Federelement 90 wirkt mittels des geschlossenen Kraftflusses vom Speicherkolben 94 über die Gewindemutter-Spindel-Anordnung auf den Bremskolben 6 und bringt die für die Durchführung des Feststellbremsvorgangs nötige Zuspannkraft auf. Zum Beenden des Feststellbremsvorganges wird wieder durch die bereits erwähnte hydraulische Pumpe 4 ein hydraulischer Druck im Betriebsdruckraum 7 aufgebaut und der Speicherkolben 94 in Fig. 2 nach rechts verschoben, wobei das Federelement 90 hydraulisch vorgespannt wird. Da der Wirkdurchmesser des Speicherkolbens 94 größer als der Wirkdurchmesser des Bremskolbens 6 gewählt ist, wird der Aktivierungsdruck zur Durchführung eines Feststellbremsvorganges reduziert. Anschließend wird der Speicherkolben 94 wieder mittels des kraftübertragenden Teils 96 durch den Schieber 93 blockiert.

Das im Folgenden anhand von Fig. 1 beschriebene erfindungsgemäße Verfahren sieht vor, dass die hydraulische Pumpe 4 derart angesteuert wird, dass der zur Einleitung und zur Beendigung eines Feststellbremsvorganges notwendige Druck geräuscharm aufgebaut wird. Dazu wird der notwendige Druck

durch die hydraulische Pumpe 4 mit einem durch die Baueigenschaft der hydraulischen Pumpe 4 vorgegebenen, minimal möglichen Druckaufbaugradienten aufgebaut. Unter dem Druckaufbaugradienten versteht man den zeitlichen Gradienten der Förderleistung der hydraulischen Pumpe 4. Ist dieser Druckaufbaugradient hinreichend klein gewählt, so ist das durch die hydraulische Pumpe 4 generierte Geräusch für den Fahrzeugführer im Innenraum seines Kraftfahrzeuges nicht mehr wahrnehmbar. Sofern der Fahrzeugführer das sich im Stillstand befindende Kraftfahrzeug nicht durch die Betriebsbremse, das heißt durch die Betätigung des Bremspedals 11 in einem sicheren Zustand hält, wird bei Betätigung des Bedienelementes 12 durch den Fahrzeugführer der Druck in den der Hinterachse zugeordneten Radbremsen 2 bei gleichzeitig geschlossenen Auslassventilen 14 zunächst mit einem durch die Baueigenschaften der hydraulischen Pumpe 4 vorgegebenen, maximal möglichen Druckaufbaugradienten aufgebaut. Dies geschieht so lange, bis die anhand von Fig. 2 beschriebenen Bremskolben 6 der Radbremsen 2 eine für den sicheren Stillstand des Kraftfahrzeugs ausreichend große Zuspannkraft aufbringen. Der für eine ausreichend große Zuspannkraft notwendige Druck wird entweder mit Hilfe eines in Fig. 1 nicht dargestellten Beschleunigungssensors bestimmt oder falls kein Beschleunigungssensor vorgesehen ist durch einen ausreichend groß gewählten Druckwert. Anschließend baut die hydraulische Pumpe 4 den darüber hinaus erforderlichen Druck mittels des eben erwähnten minimalen Druckgradienten auf, bis der mit Hilfe von Fig. 2 beschriebene Speicherkolben 94 ausreichend weit verschoben ist und der Schieber 93 das kraftübertragende Teil 96 und damit den Speicherkolben 94 frei geben kann. Durch ein Schließen der Einlassventile 13 und Öffnen der Auslassventile 14 werden die bereits beschriebenen Reibflächen 97, 98 miteinander in Eingriff gebracht und die Bremskolben 6 der Radbremsen 2 der Hinterach-

se sind durch die Wirkung des Federpakets 90 in einem zuge-  
spannten Zustand verriegelt, wie anhand von Fig. 2 bereits  
beschrieben.

Das erfindungsgemäße Verfahren sieht außerdem vor, dass der  
Ansteuerungsmodus der hydraulischen Pumpe 4 durch den Fahr-  
zeugführer bestimmt wird. Bei einer kurzen Betätigung des  
Bedienelementes 12 durch den Fahrzeugführer wird die hydrau-  
lische Pumpe 4 derart angesteuert, dass der zur Einleitung  
und Beendigung eines Feststellbremsvorganges notwendige  
Druck langsam, das heißt mit einem kleinen Druckaufbaugra-  
dienten, aufgebaut wird. Durch eine weitere Betätigung des  
Bedienelementes 12 ist der Druckaufbau stoppbar. Wie bereits  
erwähnt, ist durch den langsamen Druckaufbau das von der  
hydraulischen Pumpe 4 generierte Geräusch für den Fahrzeug-  
führer nicht wahrnehmbar. Falls der Fahrzeugführer einen  
schnellen Druckaufbau zur Einleitung oder Beendigung eines  
Feststellbremsvorgangs wünscht, so muss er das Bedienelement  
12 länger, das heißt vorzugsweise länger als 3 Sekunden, be-  
tätigen. Anschließend wird der notwendige Druck mit einem  
durch die Baueigenschaften der hydraulischen Pumpe 4 vorge-  
gebenen, maximal möglichen Druckaufbaugradienten aufgebaut.  
Eine Alternative des erfindungsgemäßen Verfahrens sieht vor,  
dass der Druckaufbaugradient mit der Betätigungszeit des Be-  
dienelements 12 linear verknüpft ist. Durch diese Maßnahme  
kann der Fahrzeugführer die Geschwindigkeit des Druckaufbaus  
selbstständig handhaben.

Bei dem beschriebenen Verfahren ist außerdem vorgesehen,  
dass der während einer Betriebsbremsung in die Radbremsen 2,  
3 der Hinter- und der Vorderachse eingesteuerte Druck für  
die Einleitung eines Feststellbremsvorganges verwendet wird.  
Die Ausgangssituation ist dabei, dass der Fahrzeugführer mit  
Hilfe der Betriebsbremse sein Fahrzeug zum Stillstand



bringt. Dabei betätigt der Fahrzeugführer das Bremspedal 11, wonach in den Radbremsen 2, 3 Druck aufgebaut wird. Nachdem der Fahrzeugführer sein Kraftfahrzeug zum Stillstand gebracht hat, betätigt er das Bremspedal 11 für gewöhnlich weiterhin. Die Einlassventile 17 der der Vorderachse zugeordneten Radbremsen werden geschlossen und der während der Betriebsbremsung eingesteuerte Druck wird in den Radbremsen 3 der Vorderachse eingesperrt, nachdem der Fahrzeugführer das Bedienelement 12 betätigt hat. Anschließend erfolgt ein langsamer Druckaufbau durch die hydraulische Pumpe 4 in den Radbremsen 2 der Hinterachse bis der anhand von Fig. 2 bereits beschriebene Speicherkolben 94 bzw. das kraftübertragende Teil 96 in Fig. 2 nach rechts verschoben sind. Anschließend wird der Schieber 93 aus seiner den Speicherkolben 94 blockierenden Position gebracht. Werden anschließend die Einlassventile 13 der Radbremsen 2 geschlossen und die Auslassventile 14 geöffnet, bewegt sich der Speicherkolben 94 in Fig. 2 nach links, wonach die Reibflächen 97, 98 miteinander in Eingriff gebracht werden. Die Wirkung des bereits beschriebenen Federelements 90 spannt den Bremskolben 6 und damit die beiden Bremsbeläge 24, 25 gegen die Bremscheibe 26. Die Mittel zur Durchführung eines Feststellbremsvorganges sind damit aktiviert. Der während einer Betriebsbremsphase in den Radbremsen 2, 3 eingesteuerte Druck wird durch das eben beschriebene Verfahren für die Einleitung eines Feststellbremsvorganges verwendet.

## Patentansprüche

1. Verfahren zum Betrieb eines hydraulischen Bremssystems mit integrierter Feststellbremsfunktion für Kraftfahrzeuge mit zwei Fahrzeugachsen, das im wesentlichen aus einem pedalbetätigten Druckgeber (31), mindestens einer hydraulischen Pumpe (4), einem mit einer elektronischen Steuer- und Regeleinheit (9) verbundenen Bedienelement (12), sowie mit Ein- und Auslassventilen (13, 14, 17, 18) versehenen Radbremsen (2, 3) besteht, wobei die der zweiten Fahrzeugachse zugeordneten Radbremsen (2) Mittel zur Durchführung eines Feststellbremsvorganges aufweisen, **dadurch gekennzeichnet**, dass die hydraulische Pumpe (4) derart angesteuert wird, dass der zur Einleitung und/oder zur Beendigung eines Feststellbremsvorganges notwendige Druck mit einem minimal möglichen Druckaufbaugradienten aufgebaut wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Ansteuerungsmodus der hydraulischen Pumpe (4) durch den Fahrzeugführer bestimmt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass bei einer kurzen Betätigung des Bedienelementes (12) durch den Fahrzeugführer, die hydraulische Pumpe (4) derart angesteuert wird, dass der zur Durchführung eines Feststellbremsvorganges benötigte Druck langsamer in den der zweiten Achse zugeordneten Radbremsen (2) aufgebaut wird, als bei einer Betätigung des Bedienelements (12) über einen längeren Zeitraum.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der während einer Betriebs-

bremsphase in den Radbremsen (2, 3) eingesteuerte Druck für die Einleitung eines Feststellbremsvorganges verwendet wird.

5. Verfahren nach Anspruch 1 oder 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass beim Übergang von einem Betriebsbremsvorgang zu einem Feststellbremsvorgang wenigstens die folgenden Schritte durchgeführt werden:

- I. Betätigung des Bedienelementes (12) durch den Fahrzeugführer;
- II. Schließen der Einlassventile (17) der der ersten Achse zugeordneten Radbremsen (3);
- III. Druckaufbau durch die hydraulische Pumpe (4) in den der zweiten Achse zugeordneten Radbremsen (2);
- IV. Schließen der Einlassventile (13) und Öffnen der Auslassventile (14) der der zweiten Achse zugeordneten Radbremsen (2) und Aktivierung der Mittel zur Durchführung eines Feststellbremsvorganges.

### **Zusammenfassung**

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betrieb eines hydraulischen Bremssystems mit integrierter Feststellbremsfunktion für Kraftfahrzeuge mit zwei Fahrzeugachsen, das im wesentlichen aus einem pedalbetätigten Druckgeber, mindestens einer hydraulischen Pumpe, einem mit einer elektronischen Steuer- und Regeleinheit verbundenen Bedienelement, sowie mit Ein- und Auslassventilen versehenen Radbremsen besteht, wobei die der zweiten Fahrzeugachse zugeordneten Radbremsen Mittel zur Durchführung eines Feststellbremsvorganges aufweisen.

Um die Geräuschbildung durch die hydraulische Pumpe bei der Einleitung und Beendigung eines Feststellbremsvorganges zu reduzieren, wird bei der hydraulischen Pumpe bei dem vorgeschlagenen Verfahren derart angesteuert, dass ein Druckaufbau geräuscharm realisiert werden kann.

(Fig. 1)



10/552687

2/2

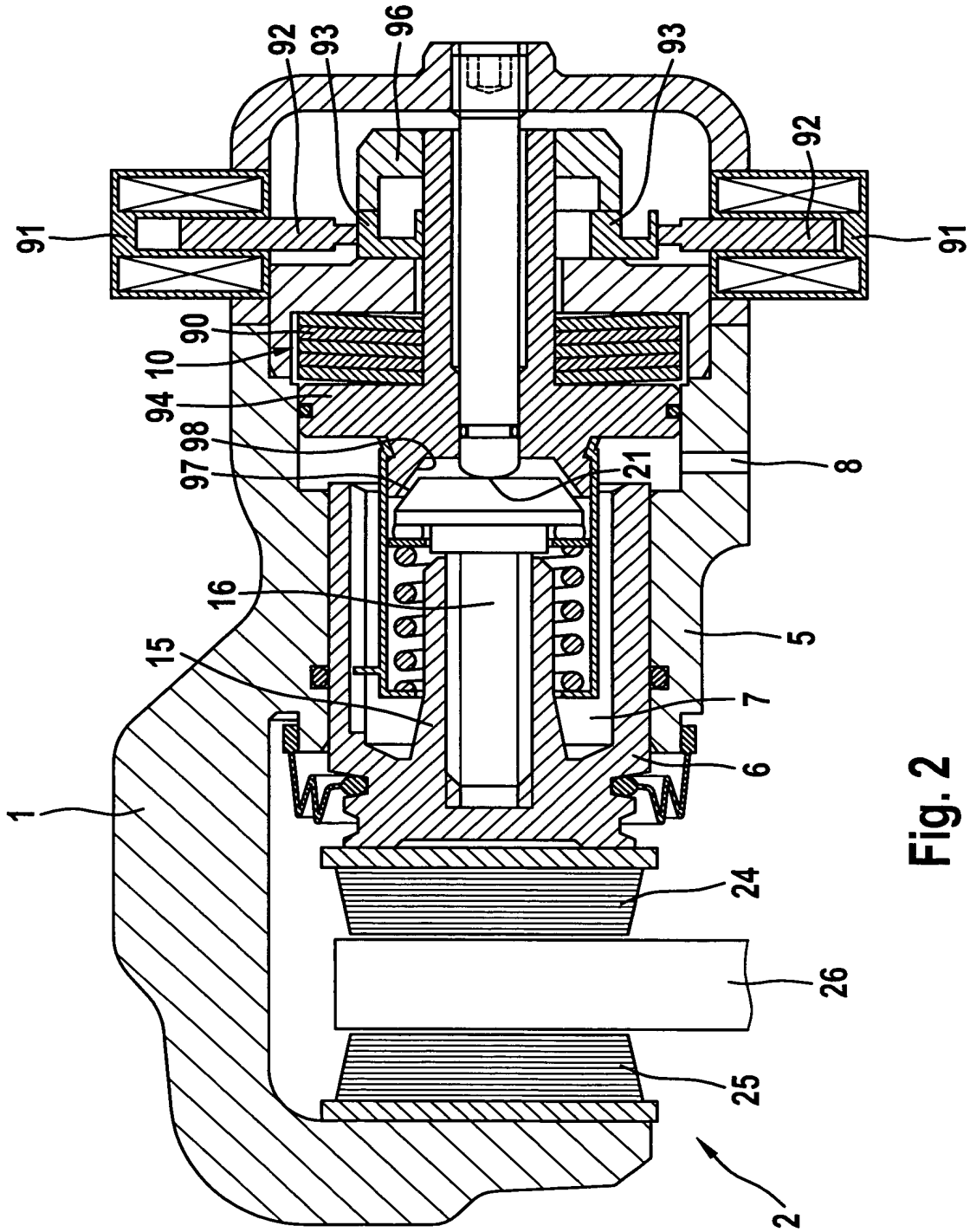


Fig. 2